

# YDINTURVALLISUUS

Suomi ja lähialueet

Neljännesvuosiraportti 3/2002

Kirsti Tossavainen (toim.)

ISBN 951-712-624-7 (nid.)  
ISBN 951-712-625-5 (pdf)  
ISBN 951-712-626-3 (html)  
ISSN 0781-2884

Dark Oy, Vantaa 2002

TOSSAVAINEN Kirsti (toim.). Ydinturvallisuus, Suomi ja lähialueet. Neljännesvuosiraportti 3/2002. STUK-B-YTO 219. Helsinki 2002. 20 s. + liitteet 4 s.

**Avainsanat:** painevesireaktori, kiehutusvesireaktori, ydinvoimalaitosten käyttökokemukset

## Tiivistelmä

Raportissa esitetään tietoja Suomen ja Suomen lähialueiden ydinlaitosten käytöstä sekä turvallisuuteen vaikuttaneista ja yleistä mielenkiintoa herättäneistä tapahtumista vuoden 2002 kolmannelta neljännekseltä. Lisäksi raportoidaan Suomen ydinlaitosten ydinmateriaalivalvontaan ja STUKin valmiustoimintaan liittyvistä merkittävistä asioista sekä STUKin toiminnasta ydinlaitosten valvontaviranomaisena.

Olkiluodon laitosyksiköt olivat koko vuosineljänneksen ajan tuotantokäytössä. Loviisan laitoksilla oli vuosihuoltoseisokit. Loviisa 2:lla oli lisäksi muutaman tunnin mittainen katkos sähköntuotannossa turbiinien pysähtymisen seurauksena.

Vuosineljänneksen käyttötapahtumista yksi luokiteltiin INES-luokkaan 1. Tapahtumassa Loviisa 1:n primääripiirin boorihappopitoisuus alitti vuosihuoltoseisokissa turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa asetetun rajan. Boorihappopitoisuuden laimenemisen aiheutti reaktorikuilun pesuun käytetty puhdas vesi. Pitoisuusrajan alitus oli vähäinen ja kesti lyhyen aikaa. Koska primääripiirin vesi oli lisäksi hyvin sekoittunutta, reaktorin alikriittisyys ei vaarantunut.

Loviisan laitosyksiköillä tehtiin vuosihuoltoseisokeissa useita laitosyksiköiden turvallisuutta parantavia muutoksia.

Valvontansa perusteella STUK katsoo, että laitosyksiköiden käyttö oli turvallista.

STUK, Kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA ja Euratomin ydinmateriaalitoimisto ESO tarkastivat sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksella ydinmateriaalien kirjanpito- ja raportointiasiakirjat, todensivat polttoainealtaissa olevat polttoaineniput sekä tekivät tarvittavat sinetöinnit ja valvontakameroiden huoltotoimet.

Vuosineljänneksen aikana Suomessa ei ollut tilanteita, jotka olisivat vaarantaneet väestön tai ympäristön säteilyturvallisuutta ja antaneet aiheutta ryhtyä suojelutoimiin. Säteilytilanne oli Suomessa normaali koko vuosineljänneksen ajan.

Raportissa selvitetään myös ulkoasianministeriön rahoituksella tehtyä yhteistyötä Suomen lähialueiden ydinturvallisuuden parantamiseksi sekä Leningradin ja Kuolan ydinvoimalaitosten käyttötapahtumia vuoden 2002 ensimmäiseltä vuosipuoliskolta.

# Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	5
2 SUOMEN YDINVOIMALAITOKSET	6
2.1 Loviisan voimalaitos	6
2.1.1 Käyttö ja käyttötapaukset	6
2.1.2 Turvallisuutta parantavat laitosmuutokset	11
2.2 Olkiluodon voimalaitos	14
2.2.1 Käyttö ja käyttötapaukset	14
2.2.2 Turvallisuutta parantavat laitosmuutokset	15
2.3 Muu STUKin suorittama valvonta	15
3 YDINJÄTEHUOLTO	16
4 YDINMATERIAALIVALVONTA	16
5 STUKIN VALMIUSTOIMINTA	17
5.1 Valmiustoimintaan liittyneet tapahtumat	17
5.2 Poikkeavat säteilyhavainnot	17
5.3 Valmiusharjoitukset ja yhteyskokeilut	19
6 LÄHIALUEEN YDINVOIMALAITOKSET	20
6.1 Kuolan ja Leningradin laitosten käyttötapaukset tammi–kesäkuulta 2002	20
6.2 Lähialueyhteistyö Venäjän ja Baltian maiden ydinturvallisuuden parantamiseksi	20
LIITE 1 YDINVOIMALAITOSTEN VALVONTA	21
LIITE 2 YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA	22
LIITE 3 STUKIN VALMIUSTOIMINTA	23
LIITE 4 INES-ASTEIKKO	24

# 1 Johdanto

Ydinenergialain (990/1987) mukaisesti Säteilyturvakeskus (STUK) valvoo ydinenergian käytön turvallisuutta. STUK huolehtii myös turva- ja valmiusjärjestelyjen valvonnasta sekä ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisesta ydinenergian käytön valvonnasta. Ydinvoimalaitoksiin kohdistuvan valvonta- ja tarkastustoiminnan osa-alueet esitetään liitteessä 1. Suomen ydinvoimalaitoksia koskevat yleistiedot ovat liitteessä 2.

STUK julkaisee neljännesvuosittain raportin, jossa kuvataan Suomen ja sen lähialueiden ydinlaitosten käyttöä sekä turvallisuuden kannalta merkittäviä tapahtumia. Tarpeen mukaan raportoidaan myös muiden maiden ydinvoimalaitosten

merkittävistä tapahtumista. Raportissa esitetään myös merkittäviä Suomen ydinjätehuoltoa ja ydinmateriaalivalvontaa koskevia asioita. Lisäksi raportoidaan STUKin valmiustoiminnasta. Yleiskuvaus valmiustoiminnasta esitetään liitteessä 3.

Raportti perustuu STUKin valvontatoimintaansa, valmiustehtävässään sekä lähialueyhteistyön koordinoinnissa saamiinsa tietoihin ja tekemiinsä havaintoihin. Suomen ydinvoimalaitoksilla sattuneet tapahtumat luokitellaan ydinlaitostapahtumien kansainvälisen vakavuusasteikon (INES, International Nuclear Event Scale) mukaisesti. INES-asteikko esitetään liitteessä 4.

## 2 Suomen ydinvoimalaitokset

*Kirsti Tossavainen, Juhani Hyvärinen, Hannu Ollikkala, Pentti Rannila,  
Rainer Rantala, Veli Riihiluoma, Päivi Salo, Kaisa Åstrand*

### 2.1 Loviisan voimalaitos

#### 2.1.1 Käyttö ja käyttötapaukset

Loviisa 1:n vuosihuoltoseisokki ja pääosa Loviisa 2:n vuosihuoltoseisokista ajoittuivat tälle vuosineljännekselle. Loviisa 2:lla oli lisäksi muutaman tunnin mittainen tuotantokatkos laitosyksikön turbiinien pysähtymisen seurauksena. Muun ajan vuosineljänneksestä laitosyksiköt olivat tuotantokäytössä. Loviisa 1:n energiakäyttökerroin oli vuosineljänneksellä 63,0 % ja Loviisa 2:n 53,1 %. Laitosyksiköiden sähköntuotantoa kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 1 ja 2.

#### Loviisa 1:n vuosihuolto

Loviisa 1:n vuoden 2002 vuosihuolto oli ns. keskipitkä huolto- ja polttoaineenvaihtoseisokki, joka toteutettiin 20.7.–16.8.2002. Seisokin pituus, 28 vuorokautta, oli yhden vuorokauden suunniteltua pitempi. Polttoaineen vaihdon ja tavanomaisten tarkastus-, huolto- ja korjaustöiden lisäksi vuosihuollossa tehtiin merkittäviä muutos- ja korjaustöitä sekä primääri- että sekundääripuolella.

Seisokissa jatkettiin suojarakennuksen ulkopuolisten vuotojen aiheuttaman riskin pienentämiseen tähtääviä muutostöitä. Myös matalapaineisen hätäjäähdytysjärjestelmän pumppujen vaihto ja putkistomuutokset tehtiin seisokissa valmiiksi. Laitosyksiköllä aloitettiin myös kiinteiden säteilymittausten uusiminen. Näitä hankkeita selvitetään tarkemmin kohdassa 2.1.2.

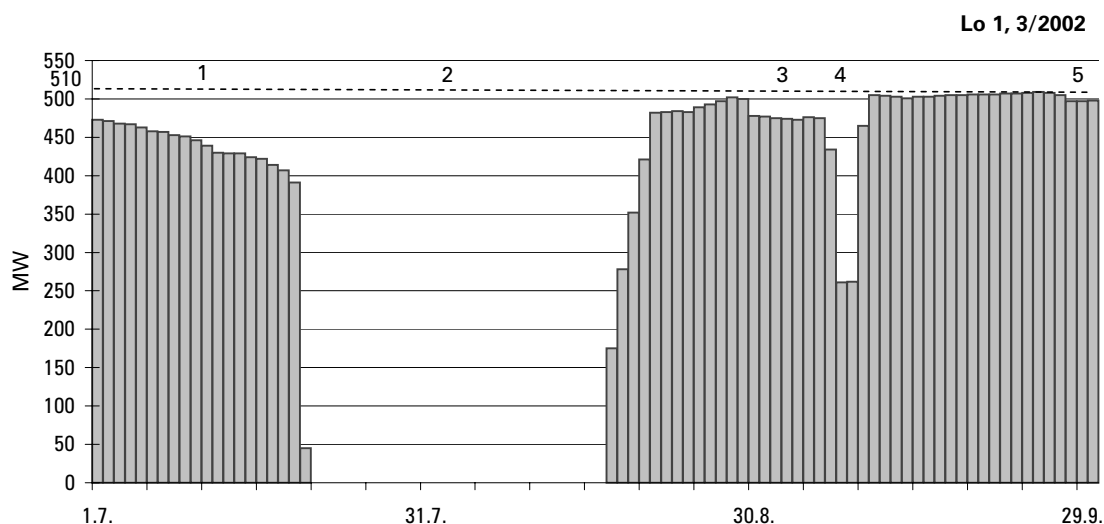
Seisokissa saatettiin päätökseen 1990-luvun puolivälissä aloitettu höyrystimien syöttövesijakajien uusinta. Laitosyksiköllä on kaikkiaan kuusi höyrystintä. Uudet syöttövesijakajat eivät ole

yhä alttiita eroosiokorroosiolle kuin vanhat ja ovat myös helpommin huollettavissa. Seisokissa uusittiin pääkiertopumppujen tiivisterenkaat, minkä ansiosta mm. laitosyksikön käynnistyksissä edellisten seisokkien jälkeen havaittuja värähtelyjä ei ylösajossa esiintynyt. Vuoden 2000 vuosihuollossa höyrystintilaan tapahtuneen vesivuodon vaurioittaman lattian pinnoituksen uusimista jatkettiin. Nyt lattiasta on uudelleenpinnoitettu vajaa puolet. Sekundääripuolen töistä suurin oli generaattorin magnetoinnin uusinta.

Voimayhtiö tarkasti seisokissa reaktoripainesäiliön kansirakenteiden ulkopinnat. Tarkastukset tehtiin, kun Loviisan laitoksen kanssa samaa painevesityyppiä olevalla USA:n Davis Besse -laitoksella oli helmikuussa 2002 reaktoripainesäiliön kannen todettu syöpyneen (neljännesvuosiraportti 1/2002). Loviisan laitoksella tehdyissä tarkastuksissa ei havaittu merkkejä syöpymisestä.

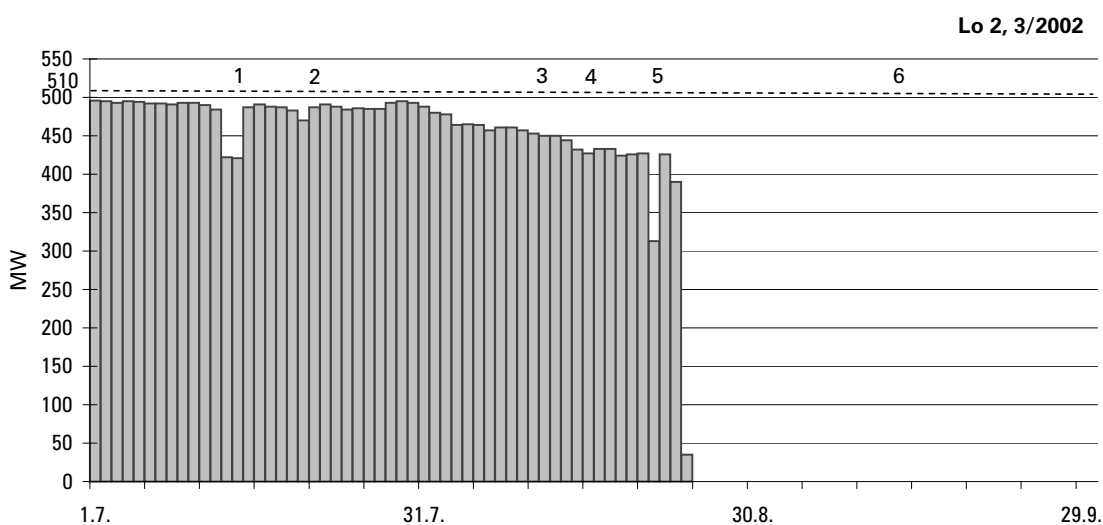
Primääripiirin boorihappopitoisuus laski vuosihuoltoseisokin aikana lyhyeksi aikaa hieman alle turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa asetetun rajan. Tapahtumasta on yksityiskohtainen kuvaus jäljempänä tässä luvussa.

Seisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli 0,99 manSv. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo Loviisan yhdelle laitosyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 1,22 manSv. Vuosittainen kollektiivinen säteilyannos kertyy pääasiassa seisokeissa tehtyjen töiden aikana. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos Loviisan 1:n vuosihuollossa vuonna 2002 oli 11,4 mSv. Säteilyasetuksen mukaan säteilytyöstä työntekijälle vuoden aikana aiheutuva efektiiv-



1. Ydinpolttoainetta käytetty niin pitkään, että reaktorin teho vähitellen laskenut.
2. Vuosihuolto (kuvaus vuosihuoltoseisokista erikseen tässä luvussa).
3. Toisen turbiinin (SA10) laakerin korkean lämpötilan aiheuttama tehonrajoitus.
4. Turbiinin SA10 pysäytys painelaakerin ja generaattorin vetyjäähdytysjärjestelmän vuotojen korjaamiseksi.
5. Turbiinin SA10 laakerin korkean lämpötilan aiheuttama tehonrajoitus.

**Kuva 1.** Loviisa 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho heinä–syyskuussa 2002.



1. Turbiinilaitoksen tuorehöyryjärjestelmän varoventtiilin koestus ja energiatilanteesta johtunut tehonsäätö.
2. Lauhteen korkeasta lämpötilasta aiheutunut turbiinin tehonrajoitus. Lauhteen korkea lämpötila johtui lämpimästä merivedestä.
3. Ydinpolttoainetta käytetty niin pitkään, että reaktorin teho vähitellen laskenut.
4. Lauhteen korkeasta lämpötilasta aiheutunut turbiinin tehonrajoitus. Lauhteen korkea lämpötila johtui lämpimästä merivedestä.
5. Molempien turbiinien pysähtyminen laitossuojajärjestelmän elektroniikkakorttivian seurauksena.
6. Vuosihuolto (kuvaus vuosihuoltoseisokista erikseen tässä luvussa).

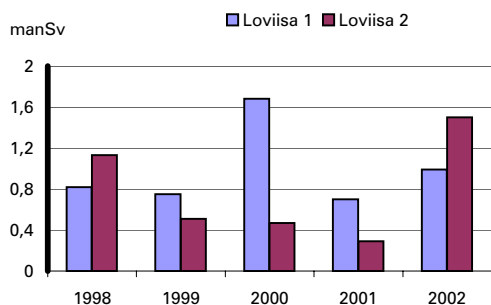
**Kuva 2.** Loviisa 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho heinä–syyskuussa 2002.

nen annos ei saa olla suurempi kuin 50 mSv. Kuvassa 3 esitetään Loviisan laitossyksiköiden vuosihuolloissa kertyneet kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta.

STUK valvoi vuosihuoltoseisokkia. Laitossyksikön alasajoa vuosihuoltoseisokkiin seurattiin ja seisokin aikana valvottiin merkittäviä voimayhtiön tekemiä tarkastuksia, huoltotoita, korjauksia, muutostöitä ja koestuksia. STUK teki painelaitelain edellyttämät tarkastukset. Valvonnassa kiinnitettiin huomiota myös säteilysuojelun toteutukseen sekä yleiseen järjestykseen. Valvomotilanteita havainnointiin säännöllisesti laitoskierroksilla ja valvomon rauhoittamiseen turhalta henkilöliikenteeltä suunniteltujen toimenpiteiden todettiin toteutuneen suhteellisen hyvin. STUK antoi luvan laitossyksikön käynnistämiseen 14.8.2002 ja totesi laitospaikalla 16.8.2002 tekemällään tarkastuksella laitossyksikön käynnistysvalmiuden. Tämän jälkeen voimayhtiö aloitti laitossyksikön käynnistämisen. Laitossyksikkö kytkettiin valtakunnan verkkoon 17.8.2002, minkä jälkeen tehtiin generaattorin uusitun magnetointijärjestelmän koestukset. Täyden tehon saavuttamista seisokin jälkeen viivytti vielä toisen turbiinin laakerin korkean lämpötilan aiheuttama tehonrajoitus. Täydellä teholla laitossyksikkö oli 21.8.2002.

### Loviisa 2:n vuosihuolto

Loviisa 2 oli vuosihuollossa 24.8.–12.10.2002 välisen ajan. Vuosihuolto oli tänä vuonna ns. laaja huoltoseisokki, jossa reaktoripainesäiliön tarkastusten vuoksi kaikki polttoaineniput siirrettiin latausaltaaseen. Vuosihuoltoseisokissa tehtiin lisäksi tavanomaiset polttoaineenvaihto-, ennakkohuolto-, korjaus- ja muutostyöt. Seisokin pituus oli noin 50 vuorokautta, mikä oli noin 12 vuorokautta pitempi kuin suunniteltu kesto. Seisokkia



**Kuva 3.** Loviisan laitossyksiköiden vuosihuolloissa kertyneet kollektiiviset säteilyannokset.

pidensivät mm. reaktoripainesäiliön tarkastuslaitteiston viat, reaktorisydämen laajennettu tarkastus ja pääkiertopumppujen tiivistepakettien ylimääräinen tarkastus. Tiivistepakettien tarkastusta varten primääripiirin lämmitys jouduttiin keskeyttämään ja primääripiiri jäähdyttämään tarkastuksen vuoksi.

Vuosihuoltoseisokissa jatkettiin vakavien onnettomuuksien hallinnan parantamiseen ja suojarakennuksen ulkopuolisten vuotojen aiheuttaman riskin pienentämiseen tähtääviä muutostöitä. Loviisa 2:lla saatiin päätökseen matalapaineisen hätäjäähdytysjärjestelmän pumppujen uusinta. Lisäksi laitossyksikön primääripiiristä poistettiin tarpeettomana vesilukkoyhdysputkisto. Näitä muutoksia kuvataan tarkemmin luvussa 2.1.2.

Voimayhtiö havaitsi vuosihuoltoseisokissa tekemissään tarkastuksissa säröjä primääripiiriin liittyvissä säätösauvakoneistojen suojaputkissa sekä reaktorin sisäosiin kuuluvan tukikorin verholevyssä. Lisäksi verholevyn kiinnitysruuveissa oli vaurioita. Havaintoja selvitetään yksityiskohdaisemmin erikseen raportin tässä luvussa.

Loviisa 2:n reaktoripainesäiliön kansirakenteet tarkastettiin eikä niissä havaittu syöpyä.

Seisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli 1,50 manSv. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos vuosihuollossa oli 15,4 mSv. Suurin yhden henkilön yhteensä Loviisa 1:n että 2:n vuosihuollossa saama säteilyannos oli 18,9 mSv. Kuvassa 3 esitetään Loviisan laitossyksiköiden vuosihuolloissa kertyneet kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta.

STUK valvoi Loviisa 2:n vuosihuoltoseisokkia kuten Loviisa 1:nkin vuosihuoltoa. STUK antoi luvan laitossyksikön käynnistämiseen 11.10.2002 ja totesi käynnistysvalmiuden 12.10.2002. Tämän jälkeen voimayhtiö aloitti laitossyksikön käynnistämisen. Laitossyksikkö kytkettiin valtakunnan verkkoon 12.10.2002. Täyden tehon laitossyksikkö saavutti 16.10.2002.

### Primääripiirin boorihappopitoisuuden lasku alle turvallisuusteknisten käyttöehtojen rajan

Loviisa 1:n primääripiirin boorihappopitoisuus laski 29.7.2002 alle turvallisuusteknisissä käyttöehtoisissa (TTKE) asetetun rajan 13 g/kg. Tapahtuman aikana laitossyksikkö oli vuosihuoltoseisokissa. Boorihappopitoisuuden laimenemisen aiheutti



reaktorikuilun pesuun käytetty puhdas vesi. Pitoisuusrajan alitus oli vähäinen ja kesti lyhyen aikaa. Koska vesi oli lisäksi hyvin sekoittunutta, marginaali reaktorin kriittisyyteen pysyi suurena koko tapahtuman ajan.

Reaktorikuilu on reaktoripainesäiliön kannen päällä oleva allastila, joka kannen poiston jälkeen on yhteydessä reaktoriin ja täytetään boorihappopitoisella vedellä polttoaineen latauksen ajaksi. Reaktorikuilun seinämän teräsverhous pestään puhtaalla vedellä sen jälkeen, kun veden pintaa on laskettu reaktorin lataustoimenpiteiden jälkeen. Teräsverhouksen pesu on tarpeen siihen jäävien säteilyannosta aiheuttavien epäpuhtauksien poistamiseksi. Tässä tapauksessa reaktorikuilun pesu jouduttiin koestuksista ja käyttötoimenpiteistä johtuen keskeyttämään useaan otteeseen, mistä syystä pesuun käytettiin tavallista enemmän vettä.

Boorihapon avulla varmistetaan reaktoriin työnnettyjen säätösauvojen ohella reaktorin alkriittisyys seisokin aikana. Boorihappopitoisuutta mitataan jatkuvatoimisella analysaattorilla sekä säännöllisin väliajoin käsianalyysin laboratoriossa. Jatkuvatoimiseen mittaukseen on asetettu hälytysrajoja mittausarvon lähestyessä TTKE:ssä määritellyjä raja-arvoja. Hälytysrajan alittuessa hälytys tulee näkyviin valvomon prosessitietokoneen kuvaputkelle. Seisokin aikana hälytyksiä tulee kuitenkin niin runsaasti, että ohjaaja ei tässä tapauksessa havainnut matalan boorihappopitoisuuden hälytyksiä. Hälytysrajan alittuminen havaittiin, kun laboratoriossa seurattiin jatkuvatoimisen analysaattorin tuloksia prosessitietokoneelta. Boorihappopitoisuuden pienemmisestä ilmoitettiin valvomoon ja boorihappopitoisuus tarkistettiin ylimääräisellä käsianalyysillä. Sen mukaan boorihappopitoisuus oli 12,9 g/kg, joka on alle TTKE-rajan. Ohjaaja aloitti välittömästi väkevän booriliuoksen syötön primääripiiriin ja piiriin boorihappopitoisuus palautui TTKE:n sallimalle alueelle.

Voimayhtiö ilmoitti tapahtuneesta TTKE-ajan alituksesta välittömästi STUKin päivystysnumeroon ja toimitti myöhemmin selvityksen tapahtumasta. Sen mukaan tapahtuman syynä oli puute reaktorikuilun pesutyön ohjeistuksessa ja boorihappopitoisuuden valvonnassa. Selvitys sisälsi myös reaktorifysikaalisen turvallisuusarvion. Sen mukaan laimeneminen tapahtui hitaasti ja puh-

das vesi sekoittui hyvin primääripiiriin boorihappopitoiseen veteen. Tästä syystä laimenemisella ei ollut välittömiä turvallisuusvaikutuksia. INES-asteikolla tapahtuma luokiteltiin luokkaan 1.

Tapahtuman johdosta Loviisan laitoksella parannettiin reaktorikuilun pesussa käytettyjä ohjeita ja menettelyjä. Uudet ohjeet ja menettelyt olivat käytössä jo Loviisa 2:lla vuoden 2002 seisokissa. Selvityksessä todettiin pitemmän ajan kehitystarpeita mm. hälytysten havaittavuudessa ja boorihappopitoisuuden TTKE-rajojen määrittelyssä. Voimayhtiö arvioi tarvittavia korjaavia toimenpiteitä myös myöhemmin valmistuvan tapahtuman perussyysanalyysin yhteydessä.

### **Säröt Loviisa 2:n primääripiiriin liittyvissä säätösauvakoneiston suojaputkissa**

Loviisa 2:lla tarkastettiin vuosihuoltoseisokissa säätösauvakoneistojen suojaputkien lämpötilanturien alueita, koska yhdessä suojaputkessa oli havaittu pieni vuoto 18.12.2001 (neljännesvuosiraportti 4/2001). Vuoto havaittiin pinnoille muodostuneista boorikiteistä, jotka olivat peräisin primääripiirissä kiertävästä booripitoisesta vedestä. Seisokissa 2002 tehdyissä tarkastuksissa havaittiin myös kahdessa muussa suojaputkessa ulkopinnalta lähteviä säröjä, jotka eivät olleet kasvaneet seinämän läpi. Nämä ja joulukuun seisokissa väliaikaisesti korjattu suojaputki vaihdettiin varaosasuojaputkiin. Kaikki suojaputket tarkastettiin sisäpuolelta ultraäänimenetelmällä.

Reaktoripainesäiliön kanteen pulttiliitoksella kiinnitetyt säätösauvojen suojaputket ovat osa reaktorin primääripiiriin painetta kantavaa rajapintaa. Lämpötila-anturin mittatasku on hitsattu suojaputkeen ja tämän ympärillä on vielä kiinnitetyt suojakotelo, jonka sisällä on asbestinen lämpöeriste. Suojakotelon yläpää ei ole täysin tiivis ja kosteutta voi päästä rakenteen sisälle. Joulukuussa 2001 vioittuneesta suojaputkesta irrotettiin vuosihuoltoseisokissa näytepala tarkempia tutkimuksia varten. Tutkimuksissa selvisi, että säröytyneellä alueella (40 × 40 mm<sup>2</sup>) oli useita haarautuneita säröjä, joista yhden pituus sisäpinnalla oli 3 mm. Vikojen syynä on kloridin aiheuttama jännityskorroosio, mikä on kasvanut rakeiden läpi. Suojakotelon sisälle on päässyt vettä ja se on liuottanut lämpöeristeessä pieninä pitoisuuksina olevia klorideja. Säröjen kasvu on kestänyt useita vuosia. Lämpötila on alle 80 °C,

mutta hapettavissa olosuhteissa kloridin aiheuttama jännityskorroosio on mahdollinen.

Loviisa 1:n vuosihuoltoseisokissa 2002 ei tehty tarkastuksia, koska joulukuussa havaitun säröytymisen uskottiin olevan yksittäistapaus johtuen vähemmän aggressiivisista käyttöolosuhteista suojaputken sisällä. Voimayhtiö teettää vuoden 2003 seisokissa säätösauvakoneiston suojaputkien tarkastuksen jännityskorroosiosäröjen havaitsemiseen optimoidulla ultraäänimenetelmällä.

Suojaputkien seinämänpaksuus on huomattavasti suurempi kuin mitä mitoitustavoissa on edellytetty. Vaikka särö kasvaisi suojakotelon pituiseksi (135 mm), se ei johtaisi laajempaan murtumaan vaan tulisi havaituksi pienenä primääripiiristä tulevana vuotona.

Voimayhtiö on tehostanut vuotojen valvontaa kummallakin laitosyksiköllä joulukuussa 2001 havaitun vuodon jälkeen ja jatkaa tehostettua valvontaa toistaiseksi. Suojaputket tarkastetaan kahden viikon välein silmämääräisesti. Hyvinkin pienet vuodot voidaan havaita boorikiteiden kertymisen perusteella. Mahdolliset viat eivät vaaranna laitoksen turvallisuutta, mutta vuodon johdosta laitos jouduttaisiin ajamaan kylmäseisokkiin korjausta varten.

### **Loviisa 2:n reaktorin tukikorivauriot**

Loviisa 2:lla vuosihuoltoseisokissa 2002 tehdyissä tarkastuksissa havaittiin, että reaktoripainesäiliön sisäosiin kuuluvan polttoaineen tukikorin verholevyssä on pieniä säröjä. Lisäksi verholevyn kiinnitysruuveja on hiukan kohollaan alkuperäisestä asemastaan ja kiinnitysruuveissa on vaurioita.

Polttoaine tukeutuu alapäästään tukikorin pohjalaatassa oleviin reikiin. Tukikorin seinämillä on reaktorisydämen reunan muotoa noudatteleva profiloitu verholevy, joka ohjaa jäähdytevirtausta. Verholevy on hitsattu alhaalta tukikorin ulkovaippaan kiinnitettyyn alimmaiseen tukirenkaaseen. Ylempänä oleviin neljään tukirenkaaseen verholevy on kiinnitetty siihen upotetuilla ruuveilla. Ruuveja on yhteensä 312 kappaletta. Ruuvien alla on aluslevy, johon ruuvi on asennuksen yhteydessä hitsattu kiinni ja hiottu pinnan tasoon. Rakenteen tarkoituksena on kompensoida liukumalla lämpötilaerojen aiheuttamat verholevyn ja tukikorin vaipan pystysuuntaiset suhteelliset siirtymät.

Reaktoripainesäiliön sisäosat tarkastetaan neljän vuoden välein. Korkean säteilytason johdosta tukikorin tarkastus on tehtävä TV-kameralla veden alla. Vuonna 2002 tarkastuksessa käytettiin uutta, entistä paremman kuvaa antavaa kameraa. Havaittujen poikkeamien johdosta TV-kameratarkastuksia laajennettiin 25-prosenttisesta tarkastuksesta kaikkien ruuvien tarkastukseen. Lisäksi mitattiin ruuvien korkeus suhteessa verholevyn erityisellä laseriin perustuvalla laitteella. Ruuvien eheyden varmistamiseksi ne tarkastettiin myös ultraäänellä.

Noin 50 ruuvia oli hieman kohollaan verholevyn pinnasta. Ultraäänitarkastuksella todettiin viidessä ruuvissa vaurioita, mutta mikään ruuvi ei ollut kokonaan poikki. Asennuksen yhteydessä verholevyn on lyöty kolo ylimääräisen välyksen poistamiseksi ruuvien kohdalla, mikä auttaa ruuvien pysymistä paikoillaan jopa katkeamisen yhteydessä.

Todennäköisesti tukikorin verholevyn ja ruuvien välistä liukumista ei ole tapahtunut suunnitellulla tavalla. Rakentamisen aikoihin Loviisa 2:n verholevyä oli jouduttu korjaamaan, millä saattaa olla merkitystä ruuvien vaurioiden syntymiseen. Myös säteilyn aiheuttama jännityskorroosio on voinut edistää vaurioiden kehittymistä.

Muutaman ruuvin katkeaminen ei vaaranna verholevyn paikoillaan pysymistä. Vuosihuoltoseisokin aikana katkennut ruuvi voi pudota reaktoriin ja pahimmillaan heikentää yhden polttoainepun jäähdytevirtausta, minkä seurauksena polttoaine voi menettää tiiviytensä. Laitoksen käynnin aikana ruuvi ei pääse putoamaan reaktoriin. Voimayhtiö tarkasti vaurioituneiden ruuvien pysymisen paikoillaan tukikorin paikoilleen asentamisen jälkeen ennen polttoainepipujen ja suojanippujen lataamista. STUK on edellyttänyt päätöksessään, että tulevaisuudessa vuosihuoltoseisokeissa varmistetaan molemmilla laitosyksiköillä niiden ruuvien paikallaan pysyminen, joiden kohdalla oleva polttoainepippu tai suojanippu poistetaan latauksen aikana.

Ruuvien vierestä verholevystä löydettiin noin kolmekymmentä säröä, joista suurin on 15 mm:n pituinen. Syynä säröihin on säteilyn aiheuttama jännityskorroosio. Särön syntymisen mahdollistaneet suuret jäännösjännitykset aiheutuivat välysten poistamisesta ruuvien kohdalla. Ruuvien esikierityksestä aiheutuvat voimat ovat voineet

vielä kasvattaa jännityksiä. Jännitysten pienentyessä kauempana ruuvista särönkasvu on pysähtynyt. Pienet säröt eivät vaaranna verholevyn toimintaa tai sen paikoillaan pysymistä.

### 2.1.2 Turvallisuutta parantavat laitosmuutokset

#### **Vakavien onnettomuuksien seurausten rajoittaminen Loviisa 2:lla**

Loviisa 2:lla toteutettiin vuosihuoltoseisokissa 2002 suuri joukko vakavan onnettomuuden seurausten rajoittamiseksi suunniteltuja toimenpiteitä. Toimenpiteet ovat samanlaisia kuin Loviisa 1:llä on toteutettu vuosina 2000–2001. Ne ovat osa Loviisan voimalaitoksella käynnissä olevaa vakaviin reaktorionnettomuuksiin varautumista koskevaa projektia, joka on valmistumassa.

Toimenpiteistä teknisesti laajakantoisin oli reaktoripainesäiliön ulkopuolisen jäähdyttämisen edellyttämien laitosmuutosten toteuttaminen. Reaktoripainesäiliön ulkopuolista jäähdyttämistä varten avattiin ja varusteltiin virtausreitit ja höyrystintilan ja reaktorikuopan välille ja asennettiin reaktoripainesäiliön lämpökilven alaslaskukoneisto. STUK valvoi muutostöitä ja niihin kuuluvia koekäyttöjä. Näiden muutosten jälkeen Loviisan voimalaitoksen vakavassa reaktorionnettomuudessa muodostuva sydänsula voidaan pidättää reaktoripainesäiliössä jäähdyttämällä sitä ulkopuolelta.

Vakavassa reaktorionnettomuudessa vapautuu suojarakennuksen sisään vetyä. Vedyn hallituksi polttamiseksi ilman nopeita räjähdysmäisiä paloja on suunniteltu katalyyttisten rekombinaattoreiden asentamista suojarakennukseen sekä avauskoneistoja suojarakennuksen sisäpuolella olevien jäälahduttimien oviin. Avauskoneistoilla varmistetaan, että vakavassa reaktorionnettomuudessa vapautuvan vedyn katalyyttiseen polttamiseen tarvittavaa ilmaa on kaikkialla suojarakennuksessa saatavissa. Samalla rajoitetaan paikallisia vetypitoisuuksia, jolloin liekillä palaminen käy epätodennäköiseksi. Avauskoneistojen ja niitä käyttävän tyyppijärjestelmän asennukset tehtiin Loviisa 2:lla valmiiksi. STUK valvoi muutostöitä ja niihin kuuluvia koekäyttöjä. Katalyyttisten rekombinaattorien hankinta on käynnistynyt ja asennukset toteutetaan molemmilla laitoksilla vuonna 2003.

Reaktoripainesäiliön ulkopuoliseen jäähdyttä-

miseen ja vedynhallinnan toimenpiteisiin liittyen asennettiin useita uusia mittauksia ja osoituksia, joilla valvotaan toimintojen onnistumista. Pieni osa mittausasennuksista jäi vielä keskeneräisiksi, koska toimitetut laitteet eivät vastanneet vaatimuksia. STUK tarkasti valmistuneet mittaukset ja totesi ne hyväksyttäviksi. Toteutunut laajuus on riittävä väliaikaiseen käyttöön. Puutteet korjataan vuonna 2003.

Lisäksi laitossyksiköllä tehtiin lukuisia automaatioteknisiä muutoksia ja asennettiin uusia automaatiojärjestelmiä vakavan onnettomuuden keskitetyn hallinnan mahdollistamiseksi. Mm. suojarakennuksen tiiviyn ylläpitämiseksi tarpeellisille suojarakennuksen eristyssignaaleille järjestettiin käsilaukaisumahdollisuus. Näillä käsin käynnistettävillä eristystoiminnoilla varmistetaan, että suojarakennus pysyy tiiviinä järjestelmien kautta mahdollisesti tapahtuvia vuotoja vastaan. STUK tarkasti ja hyväksyi tehdyt automaatiomuutokset.

#### **Säteilymittausten uusiminen Loviisa 1:llä**

Loviisan laitoksella on meneillä laitokselle kiinteästi asennettujen säteilymittausten uusimishanke. Loviisa 1:llä otettiin vuoden 2002 vuosihuoltoseisokissa käyttöön 58 uutta säteilymonitoria. Loppuvuodesta on tarkoitus uusia ilmastointipiipussa olevat säteilymonitorit. Loviisa 2:lla kiinteä säteilymittausjärjestelmä on suunniteltu uusittavan vuoden 2003 vuosihuoltoseisokissa.

Loviisan ydinvoimalaitoksen kiinteä säteilymittausjärjestelmä koostuu kaikkiaan noin 140 itsenäisesti toimivasta monitorista, jotka valvovat laitoksen alueiden, prosessien ja ilman säteilytilannetta. Osa monitoreista pystyy toimimaan myös vakavissa onnettomuustilanteissa.

Järjestelmän uusiminen tuli tarpeelliseksi, kun vanhojen, yli 20 vuotta käytössä olleiden laitteiden varaosien saanti hankaloitui ja korjaukset pidentyivät. Uusien säteilymonitorien teknologia antaa mahdollisuudet entistä monipuolisempien ja tarkempien tietojen saantiin mitattavien kohteiden säteilytilanteesta. Myös uusista monitoreista saatava mittaustieto siirtyy aikaisempaa tehokkaammin ja laajemmin. Säteilymonitoreilta saatavaa tietoa voidaan valvomon ja monitorien paikallisuuden ohella hyödyntää suoraan säteilyvalvonnan ja automaatioylläpidon toimipisteissä. Eräät uusista monitoreista voidaan

tarvittaessa siirtää helposti paikasta toiseen, mikä mahdollistaa säteilymittausten kohdentamisen paremmin kuin aikaisemmin.

STUK on tarkastanut muutoksia koskevat suunnitelmat ja valvonut muutoksen toteuttamista.

### **Suojarakennuksen ulkopuolisten vuotojen aiheuttaman riskin pienentäminen**

Loviisan molemmilla laitossyksiköillä on jatkettu vuonna 2001 aloitettuja muutoksia, joilla pienennetään primääripiiristä reaktorin suojarakennuksen ulkopuolelle eri järjestelmien kautta tapahtuvien, yli 5 kg/s olevien vuotojen riskiä. Tarve muutoksiin on tullut esille laitossyksiköiden todennäköisyyspohjaisen turvallisuusanalyysin päivityksen yhteydessä. Päivitykseen liittyen voimayhtiö mm. arvioi vuotoreittejä ja analysoi vuotojen seurausvaikutuksia. Vuotojen merkittävimpiä seurauksia on purkautuvan höyryn aiheuttama lämpötilan nousu ja kosteus esimerkiksi reaktorirakennuksen alakerrassa sijaitsevilla lähetinhuoneissa. Lämpötilan nousu ja kosteus voivat aiheuttaa vikoja instrumentoinnissa.

Suurin osa suojarakennuksen mahdollisista ulkopuolisista vuodoista kulkee primääriveden puhdistusjärjestelmän kautta. Nämä vuodot eristetään sulkemalla primääriveden puhdistusjärjestelmän venttiilit kolmessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa ohjaaja voi sulkea sulkuventtiilit ja varmistaa pääkiertopumppujen tiivisteveden syötön jatkumisen avaamalla syöttöreitin normaalisävesijärjestelmästä. Tiivisteveden syötön jatkuminen varmistetaan myös hätätiivistevesijärjestelmän automaattisella käynnistymisellä. Toisessa vaiheessa primääriveden puhdistusjärjestelmän sulkuventtiilit sulkeutuvat suojaussignaalin, joka aiheutuu paineistimen liian matalasta pinnasta. Tällöin pääkiertopumppujen tiivistevesi varmistetaan syötönvaihdolla. Kolmannessa vaiheessa edellä mainitut sulkuventtiilit sulkeutuvat paineistimen pintarajasta varmistavalla, laitossuojausjärjestelmästä tulevalla suojaussignaalin. Vuoden 2002 vuosihuoltoseisokissa muutokset saatiin valmiiksi.

Hätätiivistevesijärjestelmän imulinja siirrettiin vuoden 2002 seisokissa primääripiiristä tiivistevesilinjaan. Muutoksen jälkeen hätätiivistevesijärjestelmän läpivuodot ja lämmönvaihdimurtumat eristyivät automaattisesti paineistimen matalasta pinnasta primääriveden puhdistusjär-

jestelmän venttiileillä. Hätätiivisteveden saatavuus varmistetaan automaattisesti avaamalla syöttöreitti normaalisävesijärjestelmästä ja käynnistämällä järjestelmän toinen pumppu käynnissä olevan rinnalle.

Pääkiertopumppujen tiivistevesijärjestelmän lämmönvaihtimien tuubimurtuma erotetaan muutoksen jälkeen automaattisesti sulkemalla vuotavan lämmönvaihtimen jäähdytyspiirin venttiilit paine-erosignaalin.

STUK on tarkastanut muutoksia koskevat suunnitteluasiakirjat ja valvonut muutosten toteutusta.

### **Suojarakennuksen ulkopuolisten pienten vuotojen aiheuttaman riskin pienentäminen**

Loviisan molemmilla laitossyksiköillä on tehty muutoksia, joilla pienennetään reaktorin suojarakennuksen ulkopuolelle primääri- ja sekundäärijärjestelmien kautta tapahtuvien pienten, alle 5 kg/s, vuotojen riskiä. Tarve muutoksiin on tullut esille laitossyksiköiden todennäköisyyspohjaisen turvallisuusanalyysin päivityksen yhteydessä. Analyysien mukaan merkittävimpiä alkutapahtumia ovat mitta- ja näytteenottoputkiston ja säätösauvan jäähdytyskierukan murtumat, jotka voivat aiheuttaa turvallisuuden kannalta tärkeiden lähettimien vikaantumista reaktorirakennuksen lähetinhuoneiden nopean lämpötilan nousun johdosta.

Vuosihuoltoseisokeissa 2002 säätösauvakooneistojen jäähdytysjärjestelmän eristysventtiilit siirrettiin viikoittain koestettavasta laitossuojausryhmästä vuosikoestettavaan suojausryhmään. Muutos pienentää sitä koestuksiin liittyntä riskiä, että koestuksissa aiheutuu vuoto säätösauvojen jäähdytyskierukoiden kautta jäähdytysjärjestelmään. Lisäksi höyrystimen ulospuhallusjärjestelmän näytteenottolinjat siirrettiin instrumentointihuoneesta toiseen huonetilaan. Siirrolla estetään instrumenttihuoneiden ja läpivientien lämpeneminen.

Mittaus- tai näytteenottolinjan katkossa vuotavan linjan virtausrajoittimen toiminnalla on merkittävä vaikutus syntyviin ympäristöolosuhteisiin ja riskiin. Mittausputkiin asennettujen virtausrajoittimien toimintakykyä selvitettyä haettiin, että tarvitaan lisäkoekteita. Kokeet tehtiin keväällä 2002 ja tulokset toimitettiin STUKiin. Tulosten perusteella tehtävistä toimenpiteistä ja

niiden aikatauluista tehty selvitys on käsittelyssä.

Loviisa 1:llä vuonna 2002 toteutettavaksi suunniteltu lisävirtausrajoittimien asentaminen reaktorin mittausten impulssiputkiin on siirretty vuoteen 2004.

STUK on tarkastanut muutoksia koskevat suunnitteluasiakirjat ja valvonut muutosten toteutusta.

### **Matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän pumppujen uusinta**

Matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän pumppuja alettiin vaihtaa uusiin pumppuihin Loviisa 1:llä vuosihuoltoseisokissa 2000, jolloin yksiköllä vaihdettiin kaksi pumppua sekä tehtiin tarvittavat putkistomuutokset. Pumppujen vaihto ja putkistomuutokset tehtiin valmiiksi vuosihuoltoseisokeissa 2002 molemmilla yksiköillä. Loviisa 1:llä vaihdettiin loput kaksi matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän pumppua uusiin ja Loviisa 2:lla kaikki neljä.

Matalapaineista hätäjähdytysjärjestelmää käytetään vain onnettomuustilanteissa reaktorin jäähdyttämiseen. Järjestelmä on jaettu kahteen rinnakkaiseen toisistaan riippumattomaan osaan, joista kummassakin on kaksi rinnakkaista pumppua (yhteensä neljä pumppua). Kumman tahansa yksittäisen osajärjestelmän toiminta onnettomuustilanteessa riittää jäähdytystehtävän hoitamiseen.

Pumppujen vaihto osoittautui tarpeelliseksi vanhoissa pumpuissa esiintyneiden rakenteellis-

ten heikkouksien vuoksi. Vaihdon yhteydessä voitiin myös pienentää putkistoista pumppuille koituvia mekaanisia rasituksia. Uusi pumpputyyppe on alkuperäistä tehokkaampi, joten myös matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän toimintakyky parani muutoksen myötä. STUK tarkasti ja hyväksyi muutostyöhön liittyneet suunnitelmat ja valvoi pumppujen koekäyttöä.

### **Vesilukkoyhdysputkiston poisto**

#### **Loviisa 2:n primääripiiristä**

Loviisa 2:lla poistettiin vuosihuoltoseisokissa primääripiiriin liittyvät ns. vesilukkoyhdysputkistot. Näitä pienihalkaisijaisia putkistoja oli kolmessa laitosyksikön kuudesta kiertopiiristä yhdistämässä piirien pääkiertoputkien kuuman ja kylmän haaran mutkia. Yhdysputkistot asennettiin 1980-luvun alkupuolella, kun arvioitiin ns. vesilukkoilmion uhkaavan reaktorisydämen jäähdytystä primääripiiriin vuototilanteissa. Nykyisen kokeelliseen tutkimukseen ja analyysiin perustuvan tietämyksen perusteella vesilukkoputkistot ovat tarpeettomia. Yhdysputkistojen poistolla eliminointiin niiden kautta tapahtuvan primääripiiriin vuodon mahdollisuus.

Vesilukkoyhdysputkistot poistettiin Loviisa 1:ltä vuonna 2000. Neljännesvuosiraportissa 3/2000 on selvitetty perusteet putkistojen poistolle. STUK hyväksyi voimayhtiön esittämät perusteluaineistot yhdysputkistojen poistamiseksi kummaltakin laitosyksiköltä, tarkasti putkistojen ja niissä olevien laitteiden poistamiseksi tehdyt suunnitelmat ja valvoi poistotöitä laitospaikoilla.

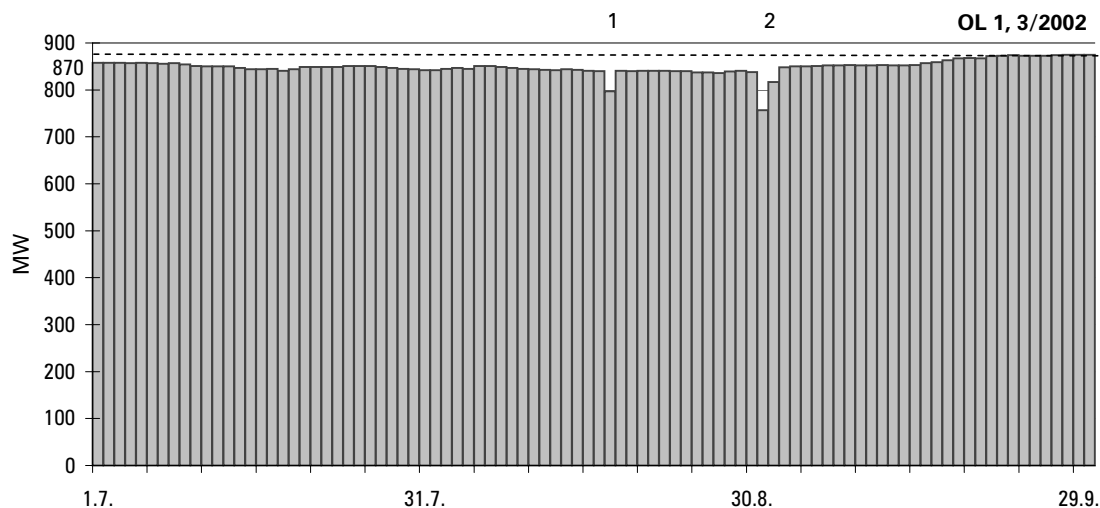
## 2.2 Olkiluodon voimalaitos

### 2.2.1 Käyttö ja käyttötapaukset

Olkiluodon kumpikin laitosyksikkö oli tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin oli 97,6 % ja Olkiluoto 2:n

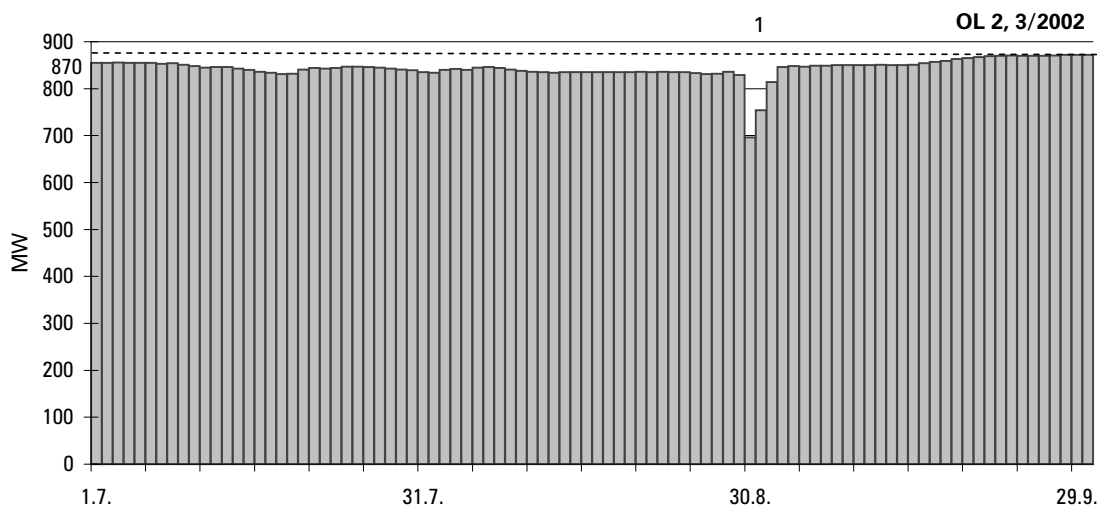
97,0 %. Laitosyksiköiden sähköntuotantoa kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 4 ja 5.

Olkiluodon laitosyksiköillä ei vuosineljänneksellä ollut merkittäviä käyttötapauksia.



1. Tehonalennusta vaatineita määräaikaistestejä.
2. Tehonalennus sen välttämiseksi, että meriveden lämpötila jäähdytysveden poistopuolella olisi ylittänyt lupaehtojen mukaisen viikkokeskiarvon.

**Kuva 4.** Olkiluoto 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho heinä–syyskuussa 2002.



1. Tehonalennusta vaatineita määräaikaistestejä.

**Kuva 5.** Olkiluoto 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho heinä–syyskuussa 2002.



### 2.2.2 Turvallisuutta parantavat laitosmuutokset

Olkiluodon laitoksella ei vuosineljänneksellä tehty merkittäviä laitosmuutoksia.

## 2.3 Muu STUKin suorittama valvonta

STUK teki sekä Loviisan että Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla tarkastusohjelmaansa kuuluvia tarkastuksia. Ohjelman mukaiset tarkastukset toistetaan pääsääntöisesti vuosittain; yksittäisten tarkastusten sisältö sen sijaan vaihtelee eri vuosina. Vuoden 2002 tarkastusohjelma sisältää 14 tarkastusta Loviisan laitokselle ja 15 Olkiluodon laitokselle. Olkiluodon voimalaitoksella tehtiin tällä vuosineljänneksellä kolme tarkastusta. Loviisan laitoksella ei vuosiohjelmaan kuuluvia tarkastuksia tällä neljänneksellä tehty.

Ydinvoimalaitostapahtumia koskevan valvonnan lisäksi STUKissa tarkastettiin erilaisia voimayhtiöiden toimittamia suunnitelmia, analyysyjä ja raportteja. STUK hyväksyi Teollisuuden Voima Oy:n hakemuksesta sen palveluksessa olevia henkilöitä toimimaan vuoropäällikön, ohjaajan tai ohjaajaharjoittelijan tehtävissä. Voimayhtiöiden hakemuksesta hyväksyttiin testauslaitoksia ja niiden palveluksessa olevia henkilöitä tekemään ydinvoimalaitosten mekaanisten laitteiden tarkastuksia ja testauksia. Lisäksi STUK hyväksyi Teollisuuden Voima Oy:n hakemuksesta TVO:n tarkastuslaitoksen suorittamaan mekaanisten laitteiden ja rakenteiden tarkastuksia.

Vuosineljänneksellä tehdyissä tarkastuksissa ei havaittu merkittäviä puutteita Loviisan eikä Olkiluodon laitossyksiköiden käyttötoiminnassa.

### 3 Ydinjätehuolto

*Ei raportoitavia asioita vuoden 2002 kolmannelta neljännekseltä.*

### 4 Ydinmateriaalivalvonta

*Marko Hämäläinen*

Vuoden 2002 kolmannella neljänneksellä STUK teki neljä tarkastusta Olkiluodon voimalaitoksella ja viisi tarkastusta Loviisan ydinvoimalaitoksella. Tarkastukset tehtiin IAEA:n ja ESO:n (Euratom Safeguards Office) tarkastusten yhteydessä. Tarkastuksissa STUK, IAEA ja ESO tarkastivat ydinmateriaalien kirjanpito- ja raportointiasiakirjat, todensivat polttoainealtaissa olevat

polttoaineniput sekä tekivät tarvittavat sinetöinnit ja valvontakameroiden huoltotoimet. Loviisassa STUK, IAEA ja ESO lisäksi identifioivat vuosihuoltojen yhteydessä molempiin reaktoreihin ladatut polttoaineniput.

STUK hyväksyi seitsemän uutta IAEA:n ja 13 uutta ESO:n tarkastajaa tekemään tarkastuksia Suomen ydinlaitoksilla.



## 5 STUKin valmiustoiminta

*Anne Weltner, Teemu Siiskonen, Pertti Niskala*

### 5.1 Valmiustoimintaan liittyneet tapahtumat

Vuoden 2002 kolmannella neljänneksellä ei ollut yhtään tilannetta, jossa olisi ollut aiheutta ryhtyä erityistoimiin väestön tai ympäristön suojelemiseksi.

STUKin päivystäjään otettiin yhteyttä 29 kertaa. Kolmessa tapauksessa yhteydenotot koskivat käyttötapahtumia Loviisan ydinvoimalaitoksella. Suomen ydinvoimalaitosten tapahtumia selvitetään luvussa 2.

Helsingin yliopiston radiokemian laitokselta otettiin yhteyttä 29.7.2002 lievähkön cesium-137:n ja amerikium-241:n kontaminaatiotapauksen johdosta. Tapaus tullaan raportoimaan Säteilyturvakeskuksen vuosiraportissa 2002 ”Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta”.

Ulkomaisia tapahtumia ei ollut yhtään. Muut päivystäjän vastaanottamat ilmoitukset liittyivät säteilyvalvontaan ulkoisen säteilyn mittausasemilla, yhteyskokeiluihin ja erilaisiin tiedotusluonteisiin asioihin.

### 5.2 Poikkeavat säteilyhavainnot

Ympäristön säteilyvalvonta on STUKin tehtävä. Säteilytilannetta tarkkaillaan jatkuvasti koko maassa ja pienistäkin muutoksista saadaan tieto välittömästi. Säteilytilanne Suomessa oli vuosineljänneksellä normaali.

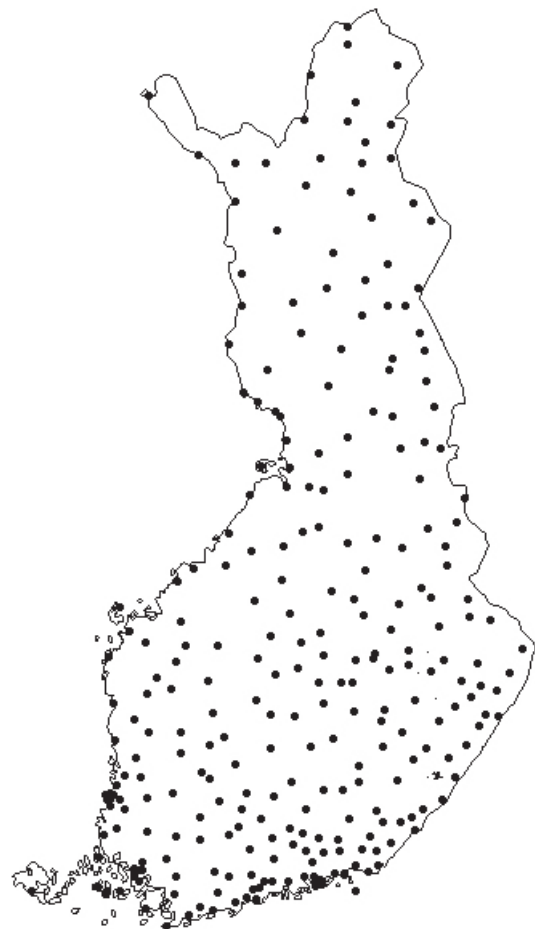
#### Ulkoisen säteilyn annosnopeus Suomessa

STUKin päivystäjä sai vuosineljänneksellä kuusi ilmoitusta ulkoisen säteilyn mittausasemilta. Yksi hälytys aiheutui häiriöstä ulkoisen säteilyn valvontajärjestelmässä. Muut hälytykset aiheutuivat vikaantuneista mittareista.

Suomen automaattiset mittausasemat hälyttivät, kun ulkoisen säteilyn annosnopeus ylittää 0,4  $\mu\text{Sv/h}$ . Taustasäteily vaihtelee Suomessa paikakunnittain ollen välillä 0,04–0,30  $\mu\text{Sv/h}$ . Vuonna 1986 tapahtuneen Tshernobylin onnettomuuden aikana suurin Suomessa mitattu ulkoisen

säteilyn annosnopeus oli lyhytaikaisesti 5  $\mu\text{Sv/h}$ . Sisätiloihin on aiheellista suojautua, jos ulkoisen säteilyn annosnopeus on yli 100  $\mu\text{Sv/h}$ .

Ulkoisen säteilyn annosnopeutta mitataan STUKin ja paikallisten pelastusviranomaisten ylläpitämällä valvontaverkolla, johon kuuluu noin 300 jatkuvatoimista automaattista mittausasemaa. Mittausasemien sijainnit ilmenevät kuvasta 6. Jos annosnopeus ylittää hälytysrajaksi asetetun arvon, niin STUKin päivystäjä saa heti tiedon ylityksestä. Säteilytietoja eri puolilta Suomea raportoidaan päivittäin STUKin internet-sivulla [www.stuk.fi/sateilytilanne](http://www.stuk.fi/sateilytilanne).



**Kuva 6.** Automaattiset ulkoisen säteilyn mittausasemat.

**Taulukko I.** STUKin keräysasemilla heinä-syyskuussa tehty poikkeavat havainnot. Radionuklidien pitoisuus on ilmoitettu yksikössä  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ . Mittausepätaarkkuus on suluissa.

Keräysjakso	Paikkakunta	Radionuklidi	Pitoisuus, $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$
22.–29.7.2002	Jyväskylä	$^{131}\text{I}$	1,0 (22 %)
29.7.–6.8.2002	Kajaani	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	2,4 (3 %)
5.–12.8.2002	Jyväskylä	$^{131}\text{I}$	1,1 (23 %)

### Leningradin ydinvoimalaitoksen valvontaverkko

STUKin päivystäjä ei saanut yhtään hälytystä Leningradin ydinvoimalaitoksen läheisyydessä sijaitsevilta säteilyn mittausasemilta.

Leningradin ydinvoimalaitoksen laitosalueella ja ympäristössä on yhteensä 26 ulkoisen säteilyn mittausasemaa, joiden mittaustulokset tulevat Suomeen satelliitin välityksellä. Myös näiltä asemilta hälytys tulee samalla tavalla kuin Suomen asemilta suoraan STUKin päivystäjälle.

### Ulkoilman radioaktiiviset aineet

Vuosineljänneksellä havaittiin Kotkassa hopea-110m:ää viikon pituisella jaksolla ja Jyväskylässä jodi-131:tä kahdella viikon pituisella jaksolla. Havainnot esitetään taulukossa I. Vastaavanlaisia havaintoja tehdään yleensä toistakymmentä kertaa vuodessa. Havaittujen radioaktiivisten aineiden määrät ovat niin vähäisiä, että niistä ei aiheudu terveyshaittoja. Esimerkiksi joditablettien nauttimista suositellaan, jos  $^{131}\text{I}$ -pitoisuus on tuhansia becquerelejä kuutiometrissä ilmaa ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ) eli miljardikertainen havaittuihin määriin nähden. Pienten määrien alkuperää on usein vaikea osoittaa.

STUKilla on ilmanäytteiden kerääjiä kahdeksalla paikkakunnalla, jotka ilmenevät kuvasta 7. Ulkoilman sisältämät radioaktiiviset aineet mää-

ritetään imemällä suuri määrä ilmaa suodattimen läpi ja analysoimalla suodattimeen jääneet radioaktiiviset aineet laboratoriossa. Menetelmällä havaitaan erittäin pienet muutokset säteilytilanteessa.

STUK seuraa radioaktiivisten aineiden pitoisuutta myös laskeumassa ja elintarvikkeissa. Ihmisen elimistöön joutuneet radioaktiiviset aineet havaitaan kokokehomittauksilla. Kaikki valtakunnallisen säteilyvalvonnan tulokset esitetään STUKin raporttisarjassa STUK-B-TKO.



**Kuva 7.** STUKin keräysasemat ilmanäytteiden keräämistä varten.

## Rajavalvonta ja kuljetukset

Vuosineljänneksen aikana rajavalvontaan tai kuljetuksiin liittyen ei ollut tapauksia, joissa olisi otettu yhteyttä STUKin päivystäjään.

Tullin säteilyvalvonta kattaa rautatieliikenteen, maantieliikenteen, laiva- ja lentoliikenteen, mukaan lukien matkatavarat ja postilähettykset. Tarkoituksena on estää luvattomien kuljetusten saapuminen maahan. Tullin kiinteiden säteilyvalvontalaitteiden sijaintipaikat esitetään kuvassa 8.

Tulli ilmoittaa STUKin yhdyshenkilölle poikkeavista säteilyhavainnoista. Virka-ajan ulkopuolella yhteydenottoja tulee myös päivystäjälle.

## 5.3 Valmiusharjoitukset ja yhteyskokeilut

### Valmiusharjoitukset

Säteilyturvakeskus toimi yhtenä kansainvälisenä viestien vastaanottopisteenä 21.8.2002 Venäjällä sijaitsevan Bilibinon ydinvoimalaitoksen valmiusharjoituksessa. Aikaerosta johtuen harjoituksen ajankohta osui Suomessa aamuyön tunteihin. Suomessa harjoitusta koskevat viestit vastaanotti STUKin päivystäjä.

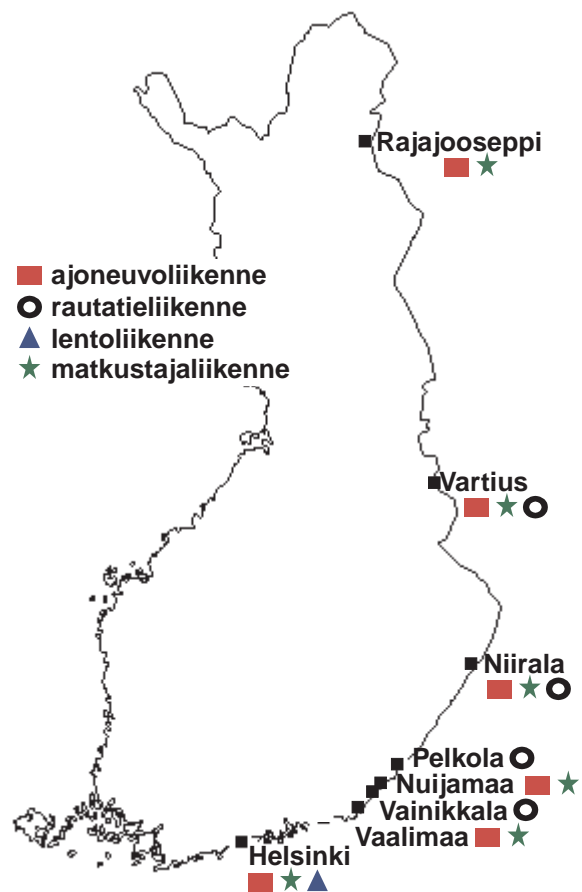
### Yhteyskokeilut

Vuoden 2002 kolmannen neljänneksen aikana STUKin päivystäjä sai yhteensä 10 yhteydenottoa, jotka liittyivät kansainvälisiin yhteyskokeiluihin. Yhteyskokeiluja lähettivät niin virka-aikana kuin virka-ajan ulkopuolellakin Tanskan ilmoitussopimusten toimivaltainen viranomaisena, Ignalinan, Kuolan ja Leningradin ydinvoimalaitokset, Pietarin valmiuskeskus ja Euroopan komissio. STUKin päivystäjä vastasi yhteyskokeiluihin välittömästi.

STUK testasi yhteyksiä Moskovan ja Pietarin valmiuskeskuksiin sekä Pohjoismaiden säteilyturvallisuusviranomaisiin. Yhteyskokeilut perustuvat säteily- ja ydinonnettomuuksien ilmoittami-

sesta tehtyihin sopimuksiin, joita Suomi on solminut useiden maiden ja kansainvälisten järjestöjen kanssa. Yhteyksiä testataan säännöllisesti.

STUKissa tehtiin syyskuussa STUKin gsm-puhelinten haltijoille tavoittavuuskokeilu viikonloppuna. Puolen tunnin sisällä yhteydenottoon vastasi 78 % testatuista. STUKin henkilökunnan tavoitettavuutta testataan vähintään neljä kertaa vuodessa.



Kuva 8. Tullin kiinteät säteilyvalvontalaitteet.

## 6 Lähialueen ydinvoimalaitokset

*Leif Blomqvist, Marko Hämäläinen*

### 6.1 Kuolan ja Leningradin laitosten käyttötapaukset tammi–kesäkuulta 2002

Suomen ja Venäjän lähialueyhteistyöohjelman puitteissa Venäjän ydinturvallisuusviranomaisen (GAN) paikallistarkastajat toimittavat STUKille puolivuositteittain kirjalliset raportit Kuolan ja Leningradin ydinvoimalaitosten turvallisuuteen liittyvistä tapahtumista. Seuraavassa esitetään katsaus vuoden 2002 ensimmäisen vuosipuoliskon tapahtumiin.

Leningradin ykkösyksiköllä sattui kaksi reaktorin pikasulkuja. Virheellinen signaali höyrynerottimen korkeasta paineesta aiheutti pikasulun 21.1.2002. Toinen pikasulku tapahtui 28.6.2002, kun säätöventtiilistä saadun virheellisen painesignaalin seurauksena ainoa käytössä oleva turbiini pysähtyi. Pysähtymisestä seurasi reaktorin pikasulku.

Leningradin kolmosyksikkö oli koko tarkastelukauden ajan huoltoseisokissa.

Kuolan kolmosyksiköllä sattui niin ikään kaksi reaktorin pikasulkuja. Ensimmäinen pikasulku tapahtui 12.2.2002, kun ainoan käytössä olevan turbiinin sulkuventtiili sulkeutui. Tapahtuman aiheuttivat virheelliset menettelytavat muuntajan irtikytkemisessä. Seurauksena oli oikosulku ja vahva savunmuodostus 6 kV sähkökaapissa. Tapahtuman tutkinnan seurauksena kaksi käyttökäyttöhenkilöä siirrettiin muihin tehtäviin, joista paluu entisiin tehtäviin edellyttää uudelleen pätevoittämistä.

Toinen pikasulku Kuolan kolmosyksiköllä sattui maaliskuussa. Syynä tähän oli kaasupalosammutusjärjestelmän virheellinen käynnistyminen. Käynnistyssignaali tuli voimakkaasta tärinästä, jonka aiheutti lumimassan putoaminen muuntajan paisuntasäiliöön johtavalle putkelle. Lumen putoamisen aiheutti vuorostaan ulkoilman lämpötilan nopea nousu.

### 6.2 Lähialueyhteistyö Venäjän ja Baltian maiden ydinturvallisuuden parantamiseksi

Ulkoasiainministeriön rahoituksella tehtävä lähialueyhteistyö Venäjän ja Baltian maiden ydinturvallisuuden parantamiseksi jatkuu. STUK toimii hankkeiden suomalaisena koordinoijana ja osallistuu toisaalta itse turvallisuusviranomaisten tukiohjelman ja osin myös ydinvoimalaitosten parannusohjelmien toteutukseen.

Leningradin ydinvoimalaitoksen turvallisuusanalyysijä tukevaan kansainväliseen projektiin (LISA) liittyen pidettiin STUKissa seminaari, jossa käsiteltiin ulkoisten tapahtumien kuten sään, merenpinnan korkeusvaihtelujen sekä levien, jään ja öljypäästöjen huomioon ottamista riskianalyysissä. LISAn teknisen komitean kokous pidettiin myös STUKissa. Kokouksessa käytiin läpi analyysin eri osa-alueiden tilanteita. Projektiin on perustettu mm. erillinen primääripiiriin eheyttä tarkasteleva työryhmä.

Pohjoismaisena yhteishankkeena on suunnitella Leningradin laitoksella kohta 10 vuotta toimineen radiopuhelinjärjestelmän uusiminen digitaalseksi. Hanketta valmistelevalle kokoukselle oli Leningradin laitoksella.

STUKin ja Teollisuuden Voima Oy:n asiantuntijat vierailivat Leningradin laitoksella arvioimassa automaattisen säteilyvalvontajärjestelmän ja työntekijöiden reaaliaikaista säteilyannosvalvontaa koskevien yhteistyöhankkeiden käyttökokemuksia vuodelta 2002.

STUKin ja Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen VTT mittausasiantuntijat vierailivat Kuolan ydinvoimalaitoksella. Vierailun tarkoituksena oli selvittää Suomessa kehitetyn SFAT-mittalaitteen (Spent Fuel Attribute Tester) soveltuminen käytetyn polttoaineen verifiointiin laitoksella. Suomi avustaa Venäjän ydinturvallisuusviranomaista tällaisen laitteen spesifioimisessa ja rakentamisessa.

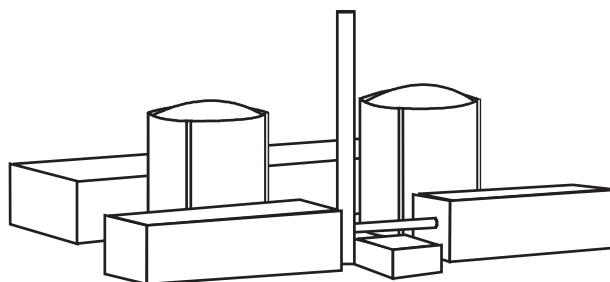
## LIITE 1

## YDINVOIMALAITOSTEN VALVONTA

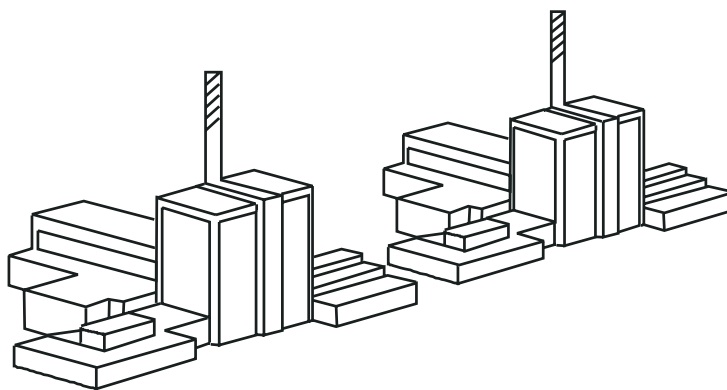
<b><i>Valtioneuvoston päätökset</i></b>	<b>Säteilyturvakeskuksen valvonnan ja tarkastustoiminnan kohteet</b>
<b><i>Periaatepäätös</i></b>	<p><b>Ydinvoimalaitoshankkeen valmistelu</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alustavat laitossuunnitelmat ja turvallisuusperiaatteet</li> <li>• Sijaintipaikka ja ympäristövaikutukset</li> <li>• Ydinpolttoaine- ja ydinjätehuollon järjestäminen</li> </ul>
<b><i>Rakentamislupa</i></b>	<p><b>Suunnittelu</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alustava turvallisuusseloste laitoksen suunnitellusta rakenteesta ja toiminnasta sekä alustavat turvallisuusanalyysit</li> <li>• Laitteiden ja rakenteiden turvallisuusluokittelu</li> <li>• Laadunvarmistussuunnitelma</li> <li>• Ydinpolttoaine- ja ydinjätehuoltoa koskevat suunnitelmat</li> <li>• Turva- ja valmiusjärjestelyt</li> </ul>
<b><i>Käyttölupa</i></b>	<p><b>Rakentaminen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laitteiden ja rakenteiden rakennesuunnitelmat, valmistajat, lopullinen rakenne ja asennus paikoilleen</li> <li>• Järjestelmien toimintakokeet</li> <li>• Lopullinen turvallisuusseloste laitoksen rakenteesta ja toiminnasta ja lopulliset turvallisuusanalyysit</li> <li>• Todennäköisyyspohjainen turvallisuusanalyysi</li> <li>• Käyttöorganisaatio ja sen pätevyys</li> <li>• Turvallisuustekniset käyttöehdot</li> <li>• Ydinpolttoainehuolto ja ydinmateriaalivalvonta</li> <li>• Ydinjätehuollon menetelmät</li> <li>• Turva- ja valmiusjärjestelyt</li> </ul>
	<p><b>Käyttö</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Koekäyttö eri tehotasoilla</li> <li>• Laitteiden ja rakenteiden kunnossapito, tarkastukset ja testaukset</li> <li>• Järjestelmien ja koko laitoksen käyttö</li> <li>• Käyttöorganisaatio ja johtaminen</li> <li>• Henkilökunnan koulutus</li> <li>• Henkilöiden pätevyys</li> <li>• Poikkeukselliset käyttötapahtumat</li> <li>• Korjaus- ja muutostyöt</li> <li>• Uudet polttoainelataukset</li> <li>• Ydinpolttoainehuolto ja ydinmateriaalivalvonta</li> <li>• Ydinjätehuolto</li> <li>• Säteilysuojelu ja ympäristön turvallisuus</li> <li>• Turva- ja valmiusjärjestelyt</li> <li>• Palontorjunta</li> </ul>

## LIITE 2

## YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA



Laitos- yksikkö	Käynnistys	Kaupallinen käyttö	Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW)	Tyyppi, toimittaja
Loviisa 1	8.2.1977	9.5.1977	510/488	Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport
Loviisa 2	4.11.1980	5.1.1981	510/488	Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport



Laitos- yksikkö	Käynnistys	Kaupallinen käyttö	Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW)	Tyyppi, toimittaja
Olkiluoto 1	2.9.1978	10.10.1979	870/840	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom
Olkiluoto 2	18.2.1980	1.7.1982	870/840	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom

Fortum Power and Heat Oy omistaa Loviisassa sijaitsevat Loviisa 1 ja 2 -laitosyksiköt ja Teollisuuden Voima Oy Eurajoen Olkiluodossa sijaitsevat Olkiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköt.

## LIITE 3

## STUKIN VALMIUSTOIMINTA

Ydinräjäytys tai vakava ydinvoimalaitosonnettomuus Suomessa tai lähialueella voi aiheuttaa säteilyvaaratilanteen, jonka seuraukset pahimmassa tapauksessa vaikuttavat koko yhteiskuntaan. Eri viranomaisten vastuualueiden ja tehtävien selkeä jako on olennaista tilanteen aiheuttamien haittojen torjunnassa.

- Suomessa STUK ottaa vastaan kaikki säteilyyn liittyvät hälytykset ja ilmoitukset. Viestin vastaanottaminen on varmistettu ympäri-vuokautisella päivystyksellä. Toiminta käynnistyy 15 minuutissa.
- STUK muodostaa tilannekuvan onnettomuudesta ja säteilytasoista, määrittää vaara-alueen ja arvioi tilanteen aiheuttamat haitalliset vaikutukset väestölle ja ympäristölle sekä antaa suositukset suojelutoimista.
- STUK välittää tietoa tilanteesta koti- ja ulkomaisille yhteistyötahoille ja tiedotusvälineille.
- STUK neuvoo muun muassa teollisuutta, kauppaa sekä liikenne- ja tulliviranomaisia haittavaikutusten vähentämisessä ja selvittää tarpeen elintarvikkeiden käyttörajoituksille.
- STUK vastaa säteilyasiantuntemukseen liittyvästä kansainvälisestä avusta.

## Ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko (INES)

